



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ³ : F02G 1/043	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 83/ 04281 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. Dezember 1983 (08.12.83)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE83/00097</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 27. Mai 1983 (27.05.83)</p> <p>(31) Prioritätsaktenzeichen: P 32 20 071.4</p> <p>(32) Prioritätsdatum: 27. Mai 1982 (27.05.82)</p> <p>(33) Prioritätsland: DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: EDER, Franz, X. [DE/DE]; Halmstrasse 15a, D-8000 München 70 (DE).</p> <p>(74) Anwälte: EDER, Eugen usw.; Elisabethstrasse 34, D- 8000 München 40 (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), AU, BE (europäisches Patent), BR, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK, FR (europäisches Pa- tent), GB (europäisches Patent), HU, JP, LU (europäi- sches Patent), NL (europäisches Patent), RO, SE (eu- ropäisches Patent), SU, US.</p>	<p>Veröffentlicht Mit internationalem Rechenbericht.</p>	

(54) Title: THERMAL ENGINE

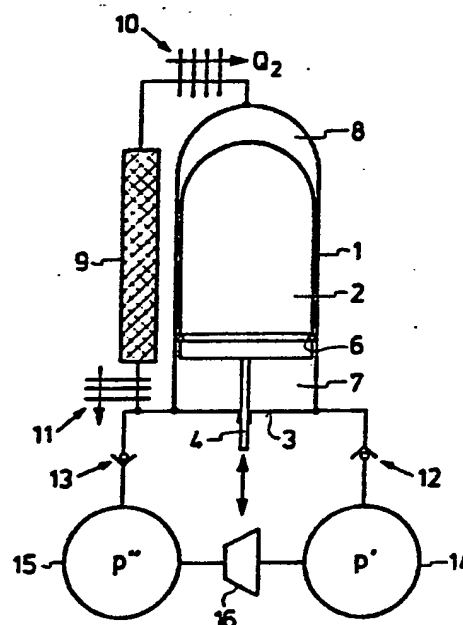
(54) Bezeichnung: ARBEITSMASCHINE

(57) Abstract

A thermal engine is capable of producing mechanical power by absorbing high temperature heat and releasing low temperature heat. To this aim, a pressure cylinder (1) is divided by a displacement piston (2) into two working chambers (7, 8) which are connected together by a thermal collector (9), the cylinder and the collector being filled with high pressure gas or steam. One of the working chambers (8) is heated at a high temperature by the supply of heat, the other chamber having a low temperature due to a refrigeration effect. At least one of the working chambers (7) is connected by two non-return valves (12, 13), acting in opposite directions, with two pressure tanks (14, 15), and the two tanks under different pressures are connected by an expansion machine (16).

(57) Zusammenfassung

Arbeitsmaschine, welche durch äussere Zufuhr von Wärme bei höherer Temperatur und Abfuhr von Wärmeenergie bei tieferer Temperatur mechanische Leistung abgibt. Hierzu ist der Druckzylinder (1) durch einen hin- und herbewegten Verdrängerkolben (2) in zwei Arbeitsräume (7, 8) abgeteilt. Diese sind über einen thermischen Regenerator (9) miteinander verbunden. Druckzylinder und Regenerator sind mit einem gas- oder dampfförmigen Arbeitsmedium relativ hohen Druckes gefüllt. Einer der Arbeitsräume (8) wird durch Wärmezufuhr auf eine höhere Temperatur gebracht, der andere durch Kühlung auf einer niedrigeren Temperatur gehalten. Wenigstens einer der Arbeitsräume (7) ist über zwei entgegengesetzt wirksame Rückschlagventile (12, 13) mit zwei Druckbehältern (14, 15) verbunden. Die Druckbehälter mit unterschiedlichem Druck sind über eine Expansionsmaschine (16) miteinander verbunden.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	LI	Liechtenstein
AU	Australien	LK	Sri Lanka
BE	Belgien	LU	Luxemburg
BR	Brasilien	MC	Monaco
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MG	Madagaskar
CG	Kongo	MR	Mauritanien
CH	Schweiz	MW	Malawi
CM	Kamerun	NL	Niederlande
DE	Deutschland, Bundesrepublik	NO	Norwegen
DK	Dänemark	RO	Rumänien
FI	Finnland	SE	Schweden
FR	Frankreich	SN	Senegal
GA	Gabun	SU	Soviet Union
GB	Vereinigtes Königreich	TD	Tschad
HU	Ungarn	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika
KP	Demokratische Volksrepublik Korea		

ARBEITSMASCHINE

- Die Erfindung bezieht sich auf eine Arbeitsmaschine mit einem Druckzylinder und einem gas-oder dampfförmigen Arbeitsmedium, welche durch äußere Zufuhr von Wärme bei höherer
- 5 Temperatur und Abfuhr von Wärmeenergie bei tieferer Temperatur mechanische Leistung abgibt. Diese Art von Wärmekraftmaschinen sind seit langem bekannt als Dampfkraftmaschinen, Gasturbinen mit geschlossenem Kreislauf und als Stirling-
- 10 komplizierte Aufbau und bei der Dampfmaschine der verhältnismäßig schlechte Wirkungsgrad. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine thermische Arbeitsmaschine zu schaffen, die einfach konstruiert und aufgebaut ist, mit einem höheren Wirkungsgrad arbeitet und eine lange Lebensdauer auf-
- 15 weist.

- Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß der Druckzylinder durch einen periodisch hin- und herbewegten Verdrängerkolben in zwei Arbeitsräume abgeteilt wird, die über einen thermischen Regenerator miteinander verbunden sind,
- 20 daß Druckzylinder und thermischer Regenerator mit einem dampf-oder gasförmigen Arbeitsmedium relativ hohen Druckes gefüllt sind, daß einer der Arbeitsräume durch Wärmezufuhr auf eine höhere Temperatur gebracht, der andere durch Kühlung auf eine niedrigere Temperatur gehalten wird, daß we-
- 25 nigstens ein Arbeitsraum über zwei entgegengesetzt wirksame Rückschlagventile mit zwei Druckbehältern verbunden ist und daß die Druckbehälter mit unterschiedlichen Drücken des gas- oder dampfförmigen Arbeitsmediums über eine Expansionsmaschine verbunden sind.
- 30 Die Arbeitsmaschine nach der Erfindung bietet den Vorteil, daß sie verhältnismäßig einfach konzipiert ist, daß der Verdrängerkolben lediglich das Arbeitsmedium über den parallelliegenden thermischen Regenerator hin- und herschieben muß, wofür eine einfache und langlebige Abdichtung der Kolben-
- 35 führung und eine geringe Antriebsleistung ausreicht. Wegen der hohen anwendbaren Temperaturen im "heissen" Arbeitsraum von z.B. 600 bis 800°C und von Umgebungstemperatur im



kalten Arbeitsraum ist ein hoher thermodynamischer Wirkungsgrad erzielbar.

Weitere Ausgestaltungen und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig.1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Prinzips der Erfindung;
- Fig.2 eine schematische Ansicht der gesamten Arbeitsmaschine nach der Erfindung und
- Fig.3 einen Vertikalschnitt der Arbeitsmaschine nach der Erfindung.

In Fig.1 besitzt der Druckzylinder 1, der mit einem gas- oder dampfförmigen Arbeitsmedium von 10 bis 100 bar Druck gefüllt ist, einen Verdrängerkolben 2, der über die druckdicht durch den Zylinderboden 3 geführte Kolbenstange 4 durch einen Kurbeltrieb 5 periodisch zwischen dem oberen und unteren Totpunkt bewegt wird. Die beiden durch den am kalten Ende mit dem O-Ring 6 abgedichteten Verdrängerkolben abgeteilten Arbeitsräume 7 und 8 sind über den thermischen Regenerator 9 miteinander verbunden; in ihnen herrscht daher derselbe Druck des Arbeitsmediums. Bei der Aufwärtsbewegung des Verdrängerkolbens 2 wird das Arbeitsgas durch den Wärmetauscher 10, den thermischen Regenerator 9 und den Kühler 11 vom oberen Arbeitsraum 8 in den unteren 7 geschoben; bewegt sich der Kolben nach unten, so kehrt sich die Strömungsrichtung des Mediums um.

Diesem geschlossenen Prozeß wird über den Wärmetauscher 10 die Wärmemenge Q_2 bei der höheren Temperatur T_2 zugeführt und im Kühler 11 die Wärmemenge Q_0 bei der niedrigeren Temperatur T_0 entnommen. Im thermischen Regenerator 9 stellt sich daher im Beharrungszustand das Temperaturgefälle $T_2 - T_0$ ein, wodurch das Arbeitsmedium in den Arbeitsräumen 7 und 8 ebenfalls die Temperatur T_0 bzw. T_2 annimmt. Da die Gesamtmasse des Arbeitsmediums unabhängig von der Stellung des Verdrängerkolbens ist und konstant bleibt, ändert sich nach dem I.Hauptsatz der Thermodynamik die Druckenergie des Arbeits-

mediums und damit der Gasdruck periodisch mit der Kolbenstellung: im oberen Totpunkt des Verdrängerkolbens befindet sich - abgesehen vom Gasanteil in den Wärmetauschern 10, 11 und im thermischen Regenerateur 9 - das Arbeitsmedium auf der Temperatur T_0 und wird der Druck

$$p_{\min} = m R T_0 / V \quad (1)$$

herrschen, wenn V das vom Kolben 2 verdrängte Volumen und R die Gaskonstante ist. Analog stellt sich für den unteren Totpunkt des Verdrängerkolbens der Druck

$$p_{\max} = m R T_2 / V \quad (2)$$

ein. Der Druck des Arbeitsmediums ändert sich periodisch während einer Umdrehung des Kurbelantriebs 5 zwischen den Werten p_{\min} und p_{\max} ; das Druckverhältnis wird aus der Beziehung

$$p_{\max} / p_{\min} = T_2 / T_0 \quad (3)$$

erhalten und liegt in der Praxis zwischen 2 und 3. Abgesehen von den Strömungsverlusten des Arbeitsmediums im thermischen Regenerateur 9 und in den Wärmetauschern 10, 11, sowie den Kolbenreibungsverlusten ist für das Hin- und Herschieben des Arbeitsmediums keine mechanische Arbeit aufzuwenden.

In Fig.2 wird das Verfahren angegeben, wie die periodische Druckschwankung für die Erzeugung mechanischer Arbeit nutzbar gemacht werden kann. Der untere Arbeitsraum 7 ist über die Rückschlagventile 12, 13 mit entgegengesetzter Durchlaßrichtung mit zwei Gasdruckbehältern 14, 15 verbunden, in denen der Druck des Arbeitsmediums p' bzw. p'' beträgt. In der an die Gasdruckbehälter angeschlossenen Expansionsmaschine 16 wird das Druckgefälle ($p' - p''$) in Arbeit umgewandelt und die mechanische Leistung

$$P = (p' - p'') \dot{V} \quad (4)$$

erzeugt, wenn \dot{V} das pro Sekunde durchgesetzte Volumen des Arbeitsmediums bedeutet. Befindet sich der Verdrängerkolben 2 in der Nähe des unteren Totpunkts, entsteht im Arbeitszylinder ein hoher Druck p' , der das Rückschlagventil 12 so lange offenhält, bis der Druckbehälter 14 auf diesen Druck aufgepumpt ist. Am oberen Totpunkt von 2 wird der Tiefstwert p'' des Systems erreicht und eine bestimmte Gasmenge über das geöffnete Rückschlagventil 13 aus dem Druckbehälter 15

in den Arbeitszylinder 1 bis zum Druckausgleich strömen. Abhängig vom Volumendurchsatz der Expansionsmaschine 16 stellt sich das Druckgefälle ($p'-p''$) selbsttätig ein; sein Grenzwert nach Gl.(3) wird für $\dot{V}=0$, d.h. im Stillstand der 5 Expansionsmaschine erreicht.

Arbeitszylinder 1 mit Verdrängerkolben 2 und thermischer Regenerator 9 stellen einen durch äußere Wärmezufuhr betriebenen Kompressor dar, der das Arbeitsmedium durch Schmiermittel nicht verunreinigt und dessen einziger beweglicher 10 Maschinenteil im Idealfall kraftfrei im Arbeitszylinder 1 hin- und hergleitet. Nach dem I.Hauptsatz der Thermodynamik verwandelt sich theoretisch die Differenz von zu- und abgeführter Wärmeleistung (Q_2-Q_0) in die durch Gl.(4) berechnete mechanische Leistung.

15 Als Expansionsmaschine können Kolben- und Strömungsmaschinen verwendet werden, sofern sie für relativ große Drücke des Arbeitsmediums geeignet sind. Auch Kreiskolbenmaschinen nach Wankel lassen sich anwenden und bieten den Vorteil eines ruhigen Arbeitsablaufs. Probleme werden mit reinen Gasen, wie z.B. Helium als Arbeitsmedium zu erwarten sein, da 20 diese eine Expansionsmaschine für Trockenlauf erfordern und die Gasabdichtung bei hohen Drücken schwierig ist. Diese Schwierigkeiten lassen sich überwinden, wenn als Arbeitsmedium ein kondensierbares Gas angewandt und der Arbeitsdruck 25 so hoch gewählt wird, daß es in der Expansionsmaschine, dem kältesten Teil der Gesamtanlage, kondensiert und als Schmier- und Dichtmittel fungiert.

Das in Fig. 2 ^{auch} schematisch dargestellte Prinzip der Erfindung läßt sich auf Prozesse anwenden, in denen das obere Arbeitsvolumen 8 auf sehr tiefe Temperaturen gebracht wird, während das untere Arbeitsvolumen 7 auf Umgebungstemperatur gehalten wird. In diesem Fall kann der Wärmetauscher 10 z. B. in ein Bad von siedendem flüssigem Stickstoff gebracht werden, dessen Temperatur etwa 80 K beträgt. Nach Gl.(3) 35 wird für diesen Anwendungsfall das Druckverhältnis etwa $(300/80) = 3,7$.

In Fig. 3 ist ein konstruktives Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei lediglich auf den im Schnitt gezeigten Arbeitszylinder eingegangen wird. Der

Arbeitszylinder 17 aus einer hochtemperaturbeständigen Metalllegierung ist durch den halbkugelförmigen Zylinderkopf 18 aus dem gleichen Material abgeschlossen und ist mit seinem Flansch 19 am Kühler 20 befestigt und durch den O-Ring 5 21 abgedichtet. Der Kühler 20 besteht aus dem von Wasser durchströmten ringförmigen Gehäuse mit axial angeordneten, vom Arbeitsmedium durchflossenen Röhrchen 22. Seine feinbearbeitete Innenfläche 23 stellt gleichzeitig die Lauffläche für die Gleitbuchse 24 des Verdrängerkolbens 25 dar, die 10 mit Labyrinthnuten zur dynamischen Abdichtung versehen ist.

Der Zylinderkopf 18 wird von einem halbkugelförmigen Diaphragma- oder Strahlungsbrenner 26 umgeben, der aus der z.B. Zirkonoxid enthaltenden keramischen Lochplatte 27 besteht. Das durch die Brennerdüse 28 zugeführte Gas-Luft-Gemisch ver- 15 brennt in vielen kleinen nichtleuchtenden Flämmchen und bringt die Lochplatte 27 zum Glühen. Die Außenfläche des metallischen Zylinderkopfes 18 wird durch aufgeschweißte Stege, Kegel 29 u.ä.vergrößert, um die Austauschfläche für die Wärmeübertragung durch Strahlung und Konvektion zu vergrößern. Die warmen Abgase werden im Blechmantel 30 außerhalb 20 des Brenners 26 zurückgeführt und zum Vorwärmen der Verbrennungsluft genutzt.

Auf der Innenseite des Zylinderkopfes 18 sind metallische Stege oder Rippen 31 aufgeschweißt oder durchgenietet und 25 wird das Arbeitsmedium durch die halbkugelförmige Leitfläche 32 aus keramischem Material gezwungen, den Weg vom oberen Arbeitsraum 33 zum thermischen Regenerator 34 dicht an der Innenfläche des Zylinderkopfes 18 zu nehmen.

Der thermische Regenerator 34 besteht aus einem Ringbehälter aus wärmeisolierendem keramischem oder glasartigem Material, dessen Innenwand 35 gleichzeitig den Arbeitszylinder darstellt, in dem der aus dem selben Werkstoff hergestellte Verdrängerkolben 25 hin- und hergleitet. Die Außenwandung 36 des Regenerators 34 besteht aus dem gleichen keramischen Material und bildet gleichzeitig die thermische Isolationsschicht zum Außenmantel 17. Als Speichermasse des Regenerators 34 werden Kügelchen gleichen Durchmessers (0,5 bis 2 mm) aus Keramik oder ringförmige, axial von dünnen Bohrungen durchsetzte Einsätze verwendet. Um etwaigen Oberflä-

- 6 -

chenabrieb der Kugelschüttung zu verhindern, werden die Kügelchen vor dem Einfüllen in eine Glasurlösung getaucht und im gefüllten Regenerator so hoch erhitzt, daß sie untereinander und mit den Behälterwänden 35, 36 verbacken.

- 5 Für den periodischen Antrieb des Verdrängerkolbens 25 wird der technisch Versierte verschiedene Lösungen bereithalten; in jedem Fall wird die Kolbenstange 37 druckdicht durch den Boden 38 des Arbeitszylinders geführt, an den das Antriebsgehäuse 39 angeflanscht ist. Für den Antrieb
- 10 des Verdrängerkolbens kommen außer mechanischen Getrieben elektromagnetische oder elektrodynamische Methoden in Betracht; aber auch pneumatische oder hydraulische Kolben mit umgesteuertem Druckflüssigkeitszulauf lassen sich mit Vorteil anwenden.



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Arbeitsmaschine mit einem Druckzylinder, welche durch
äußere Zufuhr von Wärme bei höherer Temperatur und Ab-
fuhr von Wärmeenergie bei tieferer Temperatur mechani-
sche Leistung abgibt, dadurch gekennzeichnet, daß der
5 Druckzylinder (1) durch einen periodisch hin- und her-
bewegten Verdrängerkolben (2) in zwei Arbeitsräume (7,
8) abgeteilt wird, die über einen thermischen Regenera-
tor (9) miteinander verbunden sind, daß Druckzylinder
(1) und Regenerator (9) mit einem gas- oder dampfför-
10 migen Arbeitsmedium relativ hohen Druckes gefüllt sind,
daß einer der Arbeitsräume (8) durch Wärmezufuhr auf ei-
ne höhere Temperatur gebracht, der andere (7) durch Küh-
lung auf eine niedrigere Temperatur gehalten wird, daß
wenigstens ein Arbeitsraum (8) über zwei entgegengesetzt
15 wirkende Rückschlagventile (12, 13) mit zwei Druckbe-
hältern (14, 15) verbunden ist und daß die Druckbehäl-
ter (14, 15) mit unterschiedlichen Drücken über die Ex-
pansionsmaschine (16) verbunden sind.
2. Arbeitsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
20 net, daß der Verdrängerkolben (2) über eine druckdicht
durch den Boden (3) des Druckzylinders (1) geführte
Kolbenstange (4) mittels eines mechanischen, pneumati-
schen, hydraulischen oder elektromagnetischen Antriebs
(5) hin- und herbewegt wird.
- 25 3. Arbeitsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß der Druckzylinder (1) aus einem relativ dünn-
wandigen, hochtemperaturbeständigen Stahlrohr (17) und
einem dickwandigen Innenzylinder (35) sowie einem Zylin-
derabschluß (32) aus schlecht wärmeleitendem Material
30 besteht.



- 8 -

4. Arbeitsmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenzylinder (35) als doppelwandiger Ringbehälter (35, 36) ausgebildet ist, dessen Innenraum den thermischen Regenerator (34) in Form einer
- 5 dichten Schüttung von kompakten oder hohlen Kügelchen gleichen Durchmessers aus schlecht wärmeleitendem Material aufnimmt.
5. Arbeitsmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der doppelwandige Ringbehälter (35, 36) und
- 10 die Kugelfüllung (34) aus keramischem oder glasartigem Material besteht, vor dem Einfüllen mit Glasurflüssigkeit überzogen und anschließend gemeinsam bei Glasier-temperatur gebrannt sind.
6. Arbeitsmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwand des Druckzylinders (17) mit über-
- 15 einandergeschichteten, ringförmigen Einsätzen aus keramischem Material mit regelmäßig verteilten axialen Bohrungen ausgekleidet ist, welche gegeneinander abgedichtet sind.
- 20 7. Arbeitsmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Abschluß des Druckzylinders (17) als halbkugelförmiger Zylinderkopf (18) ausgebildet ist, der von einem diesen konzentrisch umfassenden Diaphragma- oder Strahlungsbrenner (26) beheizt wird,
- 25 dessen Keramikoberfläche (27) durch viele nichtleuchtende Flämmchen mit hoher Temperatur erhitzt wird.
8. Arbeitsmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der halbkugelförmige Zylinderkopf (18) auf der Innen- und Außenseite mit dünnen zylindrischen
- 30 Ansätzen (29, 31) oder dünnwandigen Rippen aus einem hochtemperaturbeständigen metallischen Werkstoff versehen ist und die aus Keramik bestehende Auskleidung (32) mit dem Zylinderkopf ein hohlkugelförmiges Volumen einschließt.



9. Arbeitsmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Druckbehälter (14, 15) vom hermetisch abgedichteten Kurbel- oder Antriebsgehäuse gebildet ist.
- 5 10. Arbeitsmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängerkolben (25) hohl ausgebildet ist und aus keramischem oder glasartigem Material besteht.



Fig.1

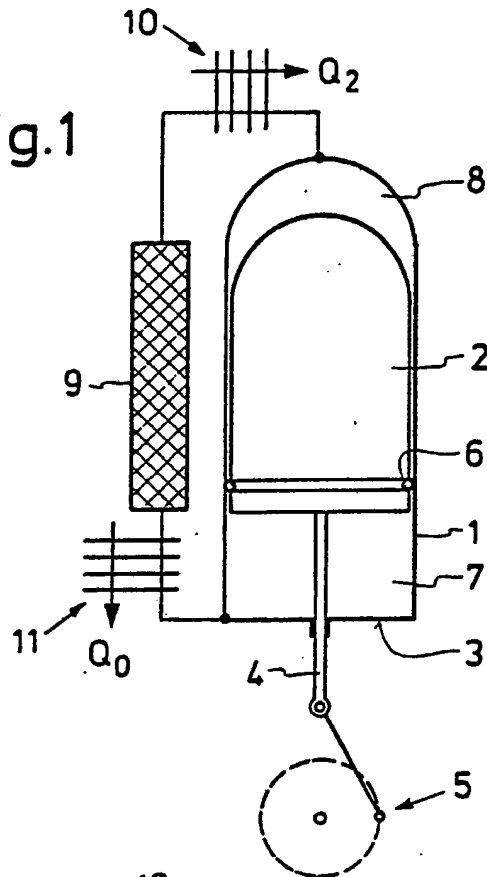
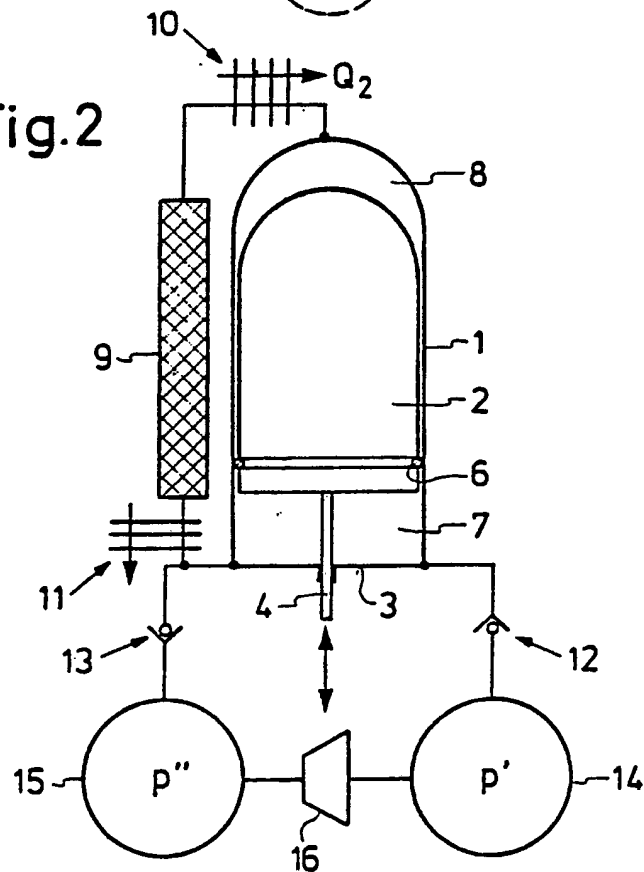


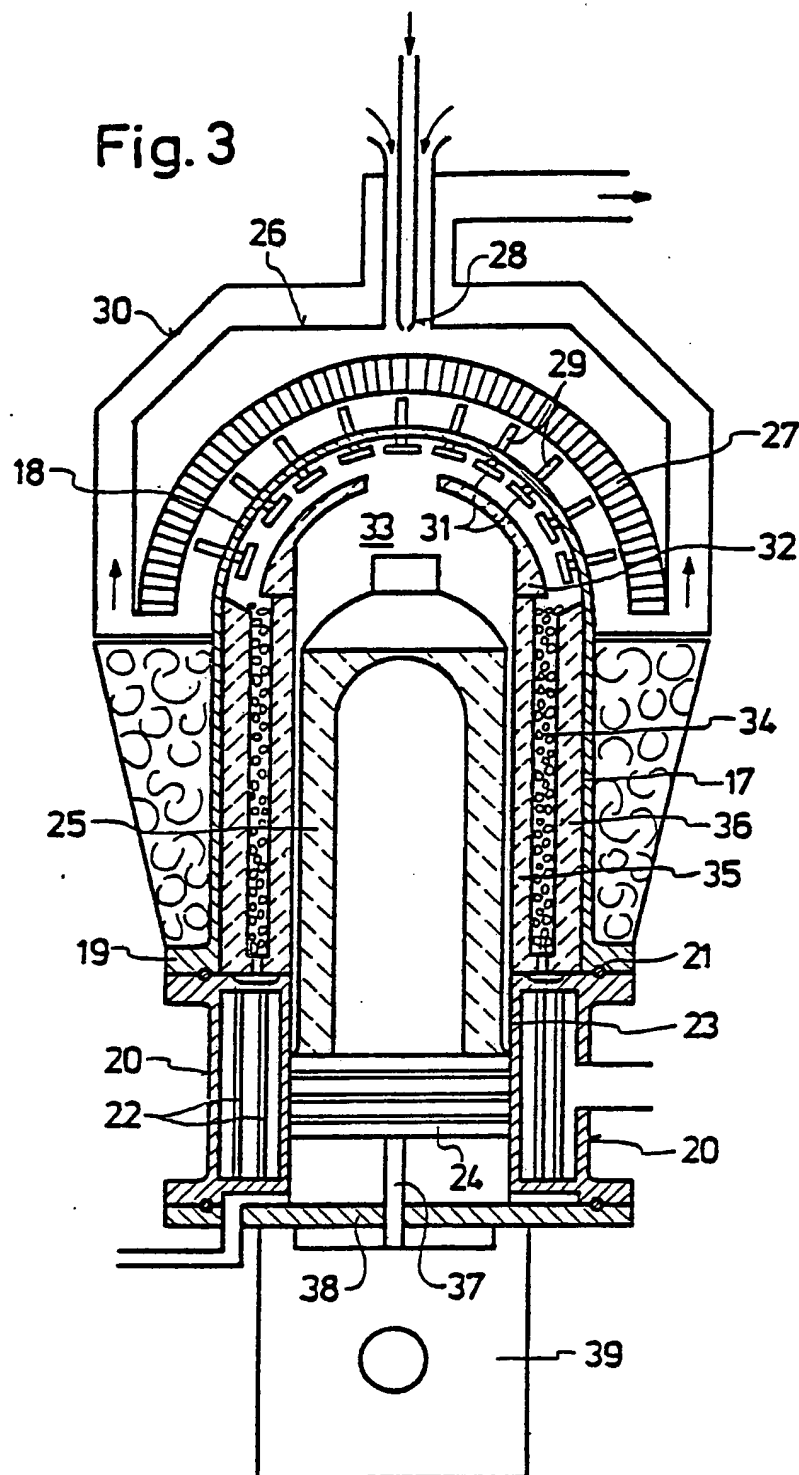
Fig.2



BEST AVAILABLE COPY

Frontblatt





BEST AVAILABLE COPY

Ersatzblatt



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE83/00097

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ³ : F02G 1/043		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ³	F02G; F02F; F16J	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category *	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
X	US, A, 3678686 (BUCK), 25 July 1972, see column 2, line 35; column 3, line 14; figure 1 ---	1,2,7
A	DE, A, 2519869 (TAUSEND), 11 November 1976, see page 3, paragraph 2; page 6, paragraph 2; page 9, paragraph 2; page 19, paragraph 1; page 21, paragraph 1; figures 1,4 ---	1,2,3,4,5,6,8,9
A	EP, A, 0010403 (NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE), 30 April 1980, see abstract ---	2
A	FR, A, 2391365 (PHILIPS), 15 December 1978, see page 3, lines 12-18; figure 1 ---	7
A	Diesel Engineering, Vol. 3, No. 795, Winter 1977, Maidstone S. Holgersston: "Prospects of ceramics in Stirling engines", pages 213-219, see page 218, left-hand column, paragraph 2 -----	10
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: ¹⁵</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ³		Date of Mailing of this International Search Report ³
19 August 1983 (19.08.83)		12 September 1983 (12.09.83)
International Searching Authority ¹		Signature of Authorized Officer ²⁰
European Patent Office		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO.

PCT/DE 83/00097 (SA 5232)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 07/09/83

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 3678686	25/07/72	None	
DE-A- 2519869	11/11/76	None	
EP-A- 0010403	30/04/80	US-A- 4215548	05/08/80
		JP-A- 55091740	11/07/80
		CA-A- 1104354	07/07/81
FR-A- 2391365	15/12/78	NL-A- 7705363	20/11/78
		DE-A- 2821164	30/11/78
		US-A- 4172363	30/10/79
		JP-A- 53141847	11/12/78
		GB-A- 1562897	19/03/80
		CA-A- 1081478	15/07/80
		SE-A- 7805487	17/11/78

For more details about this annex :
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 83/00097

I. KLASSEFIZKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ³		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. ³ : F 02 G 1/043		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁴		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. ³	F 02 G; F 02 F; F 16 J	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁵		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ¹⁴		
Art ⁷	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
X	US, A, 3678686 (BUCK) 25. Juli 1972, siehe Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 14; Figur 1 --	1,2,7
A	DE, A, 2519869 (TAUSEND) 11. November 1976, siehe Seite 3, Absatz 2; Seite 6, Absatz 2; Seite 9; Absatz 2; Seite 19, Absatz 1 - Seite 21, Absatz 1; Figuren 1,4 --	1,2,3,4,5,6 8,9
A	EP, A, 0010403 (NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE) 30. April 1980, siehe Zusammenfassung --	2
A	FR, A, 2391365 (PHILIPS) 15. Dezember 1978, siehe Seite 3, Zeilen 12-18; Figur 1 --	7
		./.
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁵:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche ²	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts ²	
19. August 1983	12 SEP. 1983	
Internationale Recherchenbehörde ¹	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten ¹	
Europäisches Patentamt	G.L.M. KRUYDENBERG	

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (FORTSETZUNG VON BLATT 2)		
Art ^a	Kennzeichnung der Veröffentlichung, ^b soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
A	Diesel Engineering, Band 73, Nr. 795, Winter 1977, Maidstone S. Holgersston: "Prospects of ceramics in Stirling engines", Seiten 213-219, siehe Seite 218, linke Spalte, Absatz 2 -----	10

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/DE 83/00097 (SA 5232)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 07/09/83

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3678686	25/07/72	Keine	
DE-A- 2519869	11/11/76	Keine	
EP-A- 0010403	30/04/80	US-A- 4215548	05/08/80
		JP-A- 55091740	11/07/80
		CA-A- 1104354	07/07/81
FR-A- 2391365	15/12/78	NL-A- 7705363	20/11/78
		DE-A- 2821164	30/11/78
		US-A- 4172363	30/10/79
		JP-A- 53141847	11/12/78
		GB-A- 1562897	19/03/80
		CA-A- 1081478	15/07/80
		SE-A- 7805487	17/11/78

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang :
siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82